

关于汽轮机高压调节汽阀故障分析及处理

麦 军 杨清格勒 马路遥

(华能金陵发电有限公司 210034)

摘要: 汽轮发电机组的启动、停机和功率的变化, 是通过改变高压调节汽阀的开度, 调节进入汽轮机的蒸汽量或蒸汽参数实现的, 因此高压调节汽阀一旦出现故障将直接影响机组的调节品质, 同时也使机组的经济性、安全性降低, 迫切需要尽快分析解决此问题。

关键词: 汽轮发电机组 高压调节汽阀 故障 试验 分析 解决

一、前言

某厂#2 汽轮发电机组, 型号为 N200-130/535/535/, 配有 4 只对称布置的高压调节汽阀, 分成两组分布在高压缸的左右两侧, 高压调节汽阀的开启方式有二种: 一是单阀控制, 即各阀开度一致。其特点是: 节流调节、全周进汽; 二是多阀控制: 调节汽阀按预先的顺序依次开启(其中#1、#2 同时开启), 各阀门累加流量呈线性变化。其特点是: 喷咀调节、部分进汽。一般在机组启、停或带基本负荷运行时, 采用单阀控制。

运行中观察发现:#1 高调阀后压力低于#2 高调阀后压力 2.8MPa 左右, 在 140-150MW 负荷时#4 高调已提前开启(正常应在 180MW), 并且对比#1、#3 高调阀后压力与阀位对应关系也发现不正常, 有明显的节流现象, 系统已无法实现稳定的多阀控制管理方式。

二、原因分析

从上述故障现象来看, 目前高压调节阀的通流能力已变化, 有必要进行升程流量特性试验, 为后期的处理方案提供依据。

三、#1 高压调节汽阀

运行方式: 负荷保持投入(185MW)、CCS(协调)投入、AGC 投入

试验结果: #1 高调阀位在 0-60% 之间变化时阀后压力基本不变(阀后的压力应是喷嘴室的返回压力), 调门在此阀位段之间已明显失去调节能力, 无法分担负荷。(具体数据见下表)

#1 高压调节汽阀升程流量特性试验表

序号	参数	#1	#2	#3	#4
1	行程 (mm)	0	26.8	26.7	27
	输入值 (%)	0	67	66.7	67.5
	阀后压力 (MP _a)	8.4	10.4	9.4	10.4
	调节级压力 (MP _a)	7.1			
2	行程 (mm)	11.5	26.6	26.5	26.8

	输入值 (%)	28.7	66.5	66.2	67
	阀后压力 (MP _a)	8.4	10.4	9.4	10.4
	调节级压力 (MP _a)	7.1			
3	行程 (mm)	19.5	26.6	26.5	26.8
	输入值 (%)	60	66.5	66.2	67
	阀后压力 (MP _a)	8.4	10.4	9.4	10.5
	调节级压力 (MP _a)	7.1			
4	行程 (mm)	27.4	24.5	24.8	24.8
	输入值 (%)	68.5	61.2	62	62
	阀后压力 (MP _a)	8.6	10.3	9.2	10.3
	调节级压力 (MP _a)	7.1			
5	行程 (mm)	31.4	23.7	23.5	23.9
	输入值 (%)	80	59.2	58.7	59.7
	阀后压力 (MP _a)	9.2	10	9.1	10.1
	调节级压力 (MP _a)	7.1			
6	行程 (mm)	35.4	22.2	22	22.3
	输入值 (%)	90	55.5	55	55.7
	阀后压力 (MP _a)	9.8	9.8	9	9.9
	调节级压力 (MP _a)	7.1			
7	行程 (mm)	41.4	20.5	20.4	20.5

输入值 (%)	110	51.2	51	51.2
阀后压力 (MP _a)	10.7	9.4	8.9	9.4
调节级压力 (MP _a)	7.1			

2、#2 高调

运行方式：负荷保持投入（144MW）；CCS（协调）投入；AGC 投入

试验结果：#2 高调阀位在 0-30%之间变化时阀后压力变化较小，但随着阀位继续升高，阀后压力呈现明显的变化，调节能力明显。（具体数据见下表）

#2 高压调节汽阀升程流量特性试验表

序号	参数	#1	#2	#3	#4
1	行程(mm)	28.5	1.5	28.5	28.8
	输入值 (%)	71	0	71	72
	阀后压力 (MP _a)	6.9	6.3	7.4	8.9
	调节级压力 (MP _a)	6.7			
2	行程(mm)	27.8	28.7	28.0	28.5
	输入值 (%)	71.0	30	70	71
	阀后压力 (MP _a)	6.8	6.6	7.6	8.8
	调节级压力 (MP _a)	6.7			
3	行程(mm)	25	19.5	24.8	24.8
	输入值 (%)	62.5	50	64	63
	阀后压力 (MP _a)	6.6	7.2	7.3	8.2
	调节级压力 (MP _a)	6.7			
4	行程(mm)	19.8	31.6	19.8	20.0
	输入值 (%)	50.8	80	51	51
	阀后压力 (MP _a)	6.4	9.8	6.8	7.1
	调节级压力 (MP _a)	6.7			

3、#3 高压调节汽阀

运行方式：负荷保持投入（185MW）、CCS（协调）投入、AGC 投入

试验结果：#3 高调则表现在阀位从 0-40%之间变化

时阀后压力变化较小，而之后随着阀位的升高，阀后压力呈变化较明显。（具体数据见下表）

#3 高压调节汽阀升程流量特性试验表

序号	参数	#1	#2	#3	#4
1	反馈值 (mm)	28.5	28.6	1.5	28.8
	输入值 (%)	71	71.5	0	72
	阀后压力 (MP _a)	8.6	10.8	8.5	10.9
	调节级压力 (MP _a)	7.1			
2	反馈值 (mm)	28.5	28.7	11.3	28.8
	输入值 (%)	71.5	71.6	30	72
	阀后压力 (MP _a)	8.6	10.8	8.5	10.9
	调节级压力 (MP _a)	7.1			
3	反馈值 (mm)	28.3	28.6	15.3	28.6
	输入值 (%)	70.7	71.5	40	72
	阀后压力 (MP _a)	8.6	10.7	8.6	11.0
	调节级压力 (MP _a)	7.1			
4	反馈值 (mm)	25.7	25.3	25.1	25.3
	输入值 (%)	68.5	61.2	65	62
	阀后压力 (MP _a)	8.2	10.0	9.8	10.3
	调节级压力 (MP _a)	7.1			
5	行程(mm)	19.8	20.2	31.5	20.3
	输入值 (%)	50.8	51	80	51
	阀后压力 (MP _a)	8.2	9.8	10.4	9.9
	调节级压力 (MP _a)	7.1			

4、#4 高压调节汽阀

从上述试验数据，可以看出#4 高压调节汽阀情况正常，不需进行重复试验。

根据高压调节汽阀结构和工作原理,可以得知高压调节汽阀总行程为 40mm,其中予启阀行程为 7mm、阀碟行程为 33mm,予启阀行程占到总行程的 17.5%。但由于运行中阀碟晃动导致的部件磨损,予启阀行程将会变大,从以往的解体检查经验来看,能达到 10mm 左右,这样予启阀行程可能达到总行程的 25%。而由于予启阀阀口面积较小(DN40mm),使得此行程段蒸汽流量不大,对阀后压力影响有限,即使予启阀行程走完,阀碟(DN150mm)开启,但在行程较小时,由于仍然存在较大的截流,对阀后压力影响也不会太大(利于提高机组空载运行的稳定性)。所以高调阀位在 0-30%之间变化时,阀后压力变化较小,是基本符合阀门流量特性的。但高调阀位在 30-60%之间变化时,阀后压力如果变化仍然不大则是不正常的现象,所以结合上述试验结果,可以得出结论: #1 高调阀位在 0-60%之间变化时、#3 高调阀位在 0-40%之间变化时,阀后压力没有改变是不正常的现象,阀体内部已出现故障。此现象的可能产生的原因是: 1、阀碟套筒已脱落导致节流 2、阀杆螺纹压盖松动后旋出,导致予启阀行程变大、阀碟行程太小。但前者发生的可能性更大。

四、运行方式调整

鉴于目前#1、#3 高调由于故障而导致流量特性已被破坏的现状,系统已不可能实现稳定的多阀管理方式,只能采用单阀管理方式,而单阀管理方式又有以下 3 种可能选择:

4.1 维持目前四阀参予的单阀管理方式

可行性:虽然能保证负荷调节的需要,但如果#1、#3 高调阀碟套筒已松脱,只是靠阀

蝶凸肩挂住,在汽流的冲击下将会使阀碟及阀碟套筒配合止口受到进一步磨损

结论:不采纳

4.2 #1 阀强制全关、#3 阀强制全开, #2、#4 阀参予负荷调节的单阀管理方式

可行性:虽然更利于#1 阀的保护,但可能带来两方面的不利因素,一方面由于阀碟套筒松脱后,脱开的阀碟套筒配合止口表面的氧化皮将会增厚、而且阀碟套筒可能发生歪斜、断裂的销子将导致开启阀门时的摩擦阻力增大,这些因素都有可能导需要#1 高调开启时而打不开。另一方面由于#1 阀全关后,瞬时需要带满负荷时将很难实现,即使及时通知热控解除调阀强制指令也可能失去时机,这样将导致机组负荷响应能力的下降。

结论:不采纳

4.3#1 阀、#3 阀强制全开, #2、#4 阀参予负荷调节的单阀管理方式

可行性:一方面能保证负荷调节的需要,另一方面由于#1 阀、#3 阀全开后阀碟套筒将被阀碟托回到原位,此时如果在适当加大阀位指令顶住它,使得阀碟套筒减

轻因汽流冲击带来的磨损。

结论:可以采纳

4.4 当采用第 3 条方案后运行人员还应注意以下几点:

4.4.1 当机组正常或事故停机后,由于此时 DEH 系统处于脱扣状态油动机卸荷阀将被打开,但#1 阀、#3 阀由于阀位强制指令仍然存在,伺服阀阀口不会被关闭系统压力油将被释放,从而出现系统压力偏低、油温上升或重新挂闸后#1 阀、#3 阀就自动开启的现象。所以此时应及时通知热控人员将#1 阀、#3 阀阀位强制指令释放后再挂闸。

4.4.2 当出现很低负荷时,由于 #1 阀、#3 阀全开后仍能承担一定的负荷分配,那么#2、#4 阀位将被压得很低导致较大的节流损失,或者#2、#4 阀被关闭使得系统失去调节能力。此时应及时通知热控人员将#3 阀强制指令释放共同参与调节,待负荷升高时再恢复。

4.4.3 当机组出现 OPC 超速保护动作后,重新开启调门时由于#1 阀、#3 阀将会开足,运行人员应注意转速的变化,如无法维持应立即打闸停机。

4.4.4 由于机组的进汽方式改变,运行人员需注意监视轴振情况的变化,如有异常需通知相关人员到场分析处理。

5、故障处理及效果

机组检修时,进行了#1、#3 高压调节汽阀的解体检查,发现 2 只调阀的阀碟套筒已完全脱落(见下图),阀盖处与阀碟套筒配合止口的外圆和阀碟套筒内孔已磨损,定位销断裂、定位销孔已磨损,但阀碟、阀座、阀杆检查均无缺陷可以继续使用。



松脱的阀碟套筒

修复的阀碟套筒

分析此缺陷产生的原因,应是上次大修时由于处理阀杆漏汽问题更换阀杆密封套的需要拆卸了阀碟套筒,在清理打磨配合止口时过量,使得过盈量减小而导致的。根据制造厂指导意见:车削修正阀盖处配合止口外圆,并根据实际测量尺寸和公差要求精加工车削阀碟套筒内圆(备件预留 2mm 的加工余量)后热套装配,定位销孔错位重新钻取。

检修后#1、#3 高调阀后压力恢复正常,无异常的节流现象,机组可以实现稳定的多阀管理方式。

参考文献

[1]《N200-12.7/535/535 型汽轮机结构及安装手册》北京重型电机厂